

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Matej Žebovec

**Tehnologiji RFID in NFC in njuna  
uporaba**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: izr. prof. dr. Viljan Mahnič

Ljubljana 2014



Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

*Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil  $\text{\LaTeX}$ .*



Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Proučite tehnologiji za brezžično komunikacijo RFID in NFC, analizirajte njune najpomembnejše značilnosti in opišite primere uporabe obeh tehnologij v praksi. Pridobljena spoznanja uporabite za izdelavo lastne aplikacije, ki bo uporabljala tehnologijo RFID za identifikacijo strank pri plačevanju s karticami dobroimetja. Zahteve uporabnikov prikažite v obliki uporabniških zgodb ter opišite strojno in programsko opremo, ki ste ju uporabili pri realizaciji.



## IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Matej Žebovec, z vpisno številko **63090152**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

*Tehnologiji RFID in NFC in njuna uporaba*

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom izr. prof. dr. Viljana Mahničā,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki "Dela FRI".

V Ljubljani, dne 15. septembra 2014

Podpis avtorja:





*Na tem mestu bi se rad zahvalil mentorju izr. prof. dr. Viljanu Mahničju, staršem za podporo skozi mojo celotno izobraževalno pot ter moji družini. Zahvalil bi se tudi podjetju Mave, ki mi je posodilo strojno opremo.*



# Kazalo

Povzetek

Abstract

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Opis tehnologij</b>	<b>3</b>
2.1	Tehnologija RFID . . . . .	3
2.2	Tehnologija NFC . . . . .	13
2.3	Značke . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Uporaba tehnologij v praksi</b>	<b>23</b>
3.1	Uporaba tehnologije RFID v praksi . . . . .	23
3.2	Uporaba tehnologije NFC v praksi . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Praktičen primer uporabe</b>	<b>33</b>
4.1	Ciljna skupina in namen sistema . . . . .	33
4.2	Strojna oprema in težave . . . . .	34
4.3	Kaj obsega sistem . . . . .	35
4.4	Izvedba . . . . .	37
4.5	Možnosti nadgradnje . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Sklepne ugotovitve</b>	<b>39</b>



# Povzetek

RFID in NFC sta tehnologiji za brezžično komunikacijo. RFID se uporablja izključno za prepoznavanje entitet, medtem ko je tehnologija NFC namenjena dvosmerni komunikaciji med dvema napravama. Prva se je že močno ukoreninila na več področjih in nam poenostavlja življenje, izboljša poslovne procese in dvigne kakovost storitev. Druga pa je še zelo mlada in se še uveljavlja. V nekaterih primerih že omogoča plačevanje z mobilnim telefonom in prenos različnih podatkov med napravama NFC.

Produkt diplomskega dela so opis in analiza delovanja tehnologij ter izdelava praktičnega primera uporabe tehnologije RFID. Sistem je predstavljen kot sistem dobroimetja, ki je aktualen v mnogih podjetjih.

***Ključne besede:*** RFID, NFC, radiofrekvenčno razpoznavanje, komunikacija kratkega dosega, sistem dobroimetja, RFID in NFC značke



# Abstract

RFID and NFC are technologies used for wireless communication. While RFID is applied exclusively for entities recognition, NFC was designed for communication between two devices. In order to simplify our lives RFID has been already widely used in different fields, for example in achieving a higher quality of company's services or improvement of it's operation. In contrast to RDIF, NFC is a new technology that has been increasingly recognized. NFC enables electronic payments using mobile phone or data transfer between two NFC devices.

In my thesis the operation of NFC and RFID is described and compared. A practical example of using RFID is represented as a bonus credit system, which may be applicable in many different companies.

***Keywords:*** RFID, NFC, radio-frequency identification, near field communication, bonus credit system, RFID and NFC tags





# Poglavje 1

## Uvod

Smo v dobi, v kateri se tehnologija razvija z veliko hitrostjo. Z njeno pomočjo si poskušamo čim bolj poenostaviti življenje, pospešiti poslovne procese in dvigniti kakovost storitev. V zadnjem času sta dve izmed tehnologij, ki sta se uveljavili in se poskušata še bolj uveljaviti, tudi radiofrekvenčno prepoznavanje (angl. Radio Frequency IDentification, v nadaljevanju RFID) in komunikacija kratkega dosega (angl. Near Field Communication, v nadaljevanju NFC). Govorimo o dveh brezžičnih tehnologijah, ki sta si po določenih specifikacijah med seboj zelo podobni. Pri prvi gre za tehnologijo, s pomočjo katere lahko brezkontaktno prepoznamo objekt znotraj dometa čitalca (angl. reader). Tehnologija deluje s pomočjo značk (angl. tag), ki vsebujejo vsaka svojo prepoznavno številko, in čitalca, ki to številko lahko prebere in pošlje v digitalni obliki sistemu, da lahko z njo opravi zahtevane naloge. Medtem ko je RFID že dolgo prisoten v svetu in ga že s pridom pogosto uporabljamo, gre pri NFC za razmeroma mlado tehnologijo, ki gre počasi po stopinjah tehnologije RFID. Glavna razlika med njima je, da je pri tehnologiji RFID komunikacija čitalec – značka enosmerna, pri tehnologiji NFC pa gre za dvosmerno komunikacijo med dvema naprava NFC.

V diplomskem delu bi rad predstavil obe tehnologiji in naredil kratek pregled njune uporabe. Predstavil bom tudi aplikacijo, ki sem jo razvil in deluje

v navezavi s tehnologijo RFID. Tehnologija bo uporabljena za prepoznavanje naših strank. S to aplikacijo bi rad pokazal, kako preprosta je lahko uporaba te tehnologije in kako bi lahko znotraj aplikacije uporabili tudi tehnologijo NFC, ki se še razvija in v svetu še ni uporabljena tako, kot bi lahko bila in verjamem, da tudi bo. Moje mnenje je, da imata obe tehnologiji zelo dobre možnosti na še bolj intenzivno uporabo, za katero lahko rečemo, da nima omejitev.

## Poglavje 2

# Opis tehnologij

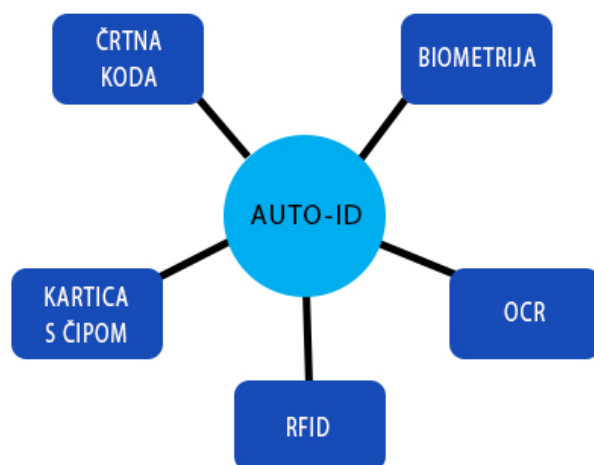
### 2.1 Tehnologija RFID

#### 2.1.1 Kaj je RFID?

Radiofrekvenčno prepoznavanje oziroma RFID je generično ime, ki se uporablja za opis sistema, ki sporoča identiteto predmeta ali osebe v obliki unikatne serijske številke, brezžično v obliki radijskih valov in jo uvrščamo med tehnologije za avtomatsko prepoznavanje (Auto-ID). Med te tehnologije, kot vidimo na sliki 2.1, sicer uvrščamo še črtne kode, nekatere biometrične tehnologije, kot na primer skeniranje očesne mrežnice, ipd. [1].

Medtem ko sistem s črtno kodo za svoje delovanje potrebuje človeški faktor, je sistem RFID načrtan tako, da to ni potrebno, saj lahko delo opravo čitalec sam, tako da z značke prebere podatke, ki jih potrebuje [1].

Da pridobimo podatke z značke, potrebujemo čitalec. To je naprava, ki s pomočjo ene ali več anten pošilja radijske valove proti znački in iz nje sprejema signale, ki jih pretvori v digitalno obliko in pošlje računalniškemu sistemu. Antena je lahko skrita v čitalcu, ki skupaj tvorita vidno celoto, lahko pa stoji sama zase, oddaljena od čitalca in je povezana nanj.



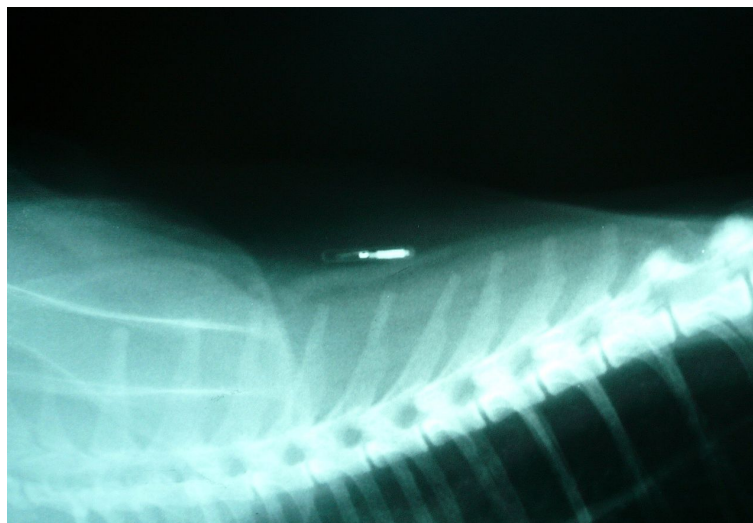
Slika 2.1: Tehnologije za avtomatsko prepoznavanje združujejo črtno kodo, biometrijo, optično prepoznavanje znakov (angl. Optical Character Recognition, OCR), čipne kartice in RFID.

### 2.1.2 Kratka zgodovina

Rojstvo tehnologije RFID sega daleč v 20. stoletje, do 2. svetovne vojne. Leta 1935 je fizik Robert Alexander Watson-Watt iznašel radar, ki je opozarjal letališče na bližajoča se letala. Problem je bil, da niso znali prepoznati, ali gre za sovražna ali za domača letala, ki se vračajo z misije. Nemci so tako odkrili, da če je letalo namenjeno nazaj v bazo, odda nazaj zrcaljen signal in se predstavi kot domače. To je prvi pasivni sistem RFID (pojem pasivni RFID bomo podrobneje razložili v nadaljevanju) [2, 3].

Kasneje so Angleži pod vodstvom Watson-Watta razvili še bolj napreden sistem. Vsako britansko letalo so opremili z oddajnikom, ki je čakal na signal, ki je sprožil oddajanje njegovega signala nazaj na zemljo. Tako se je predstavil kot britansko letalo [3].

Kot vsaka tehnologija se je tudi ta razvijala naprej. Kmalu po 2. svetovni vojni se je začela tudi komercialno uporabljati. Leta 1973 so bili podeljeni prvi



Slika 2.2: Označevanje živali poteka na več načinov. Lahko se značka RFID vstavi živali pod kožo, kot je razvidno na sliki, se ji obesi na ušesa ipd. Vir: [www.wikipedia.org/wiki/Microchip\\_implant\\_\(animal\)](http://www.wikipedia.org/wiki/Microchip_implant_(animal))

patenti v zvezi s tehnologijo RFID, in sicer za aktivno značko RFID s spominom za večkratno zapisovanje in za pasivni transponder (prejemnik/oddajnik), uporabljen kot sistem za odklepanje vrat brez fizičnega ključa (angl. Remote Keyless Entry, v nadaljevanju RKE). Hkrati se je tehnologija začela uporabljati tudi za sledljivost raznovrstnih pošiljk, avtomatski cestninski sistem ipd. Ameriške železnice so se po neuspelem poskusu uvedbe črtne kode za sledenje vlakov obrnile na tehnologijo RFID. Ta ima več prednosti: večjo bralno razdaljo, nemoteno branje v različnih razmerah (dež, sneg, megla), še posebej ob direktni sončni svetlobi, ki predstavlja velik problem pri branju črnih kod [3].

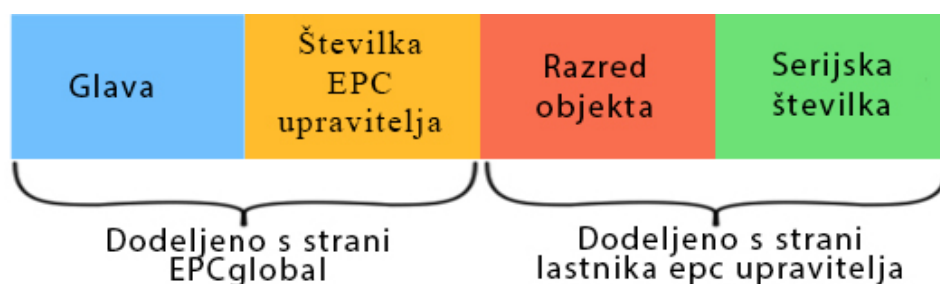
Hkrati so z značkami RFID tudi začeli označevati živino. V ta namen so izdelali nizkofrekvenčni sistem, ki je deloval na 125 kHz, njegova velika prednost pa je bila, da so bili transponderji lahko zelo majni. Tako so transponder v steklenem ohišju vstavili živali pod kožo in nanj shranjevali podatke o tem, ali je žival dobila zdravilo, hormone ipd. [2, 3].

Ko se je sistem, delujoč na 125 kHz dodobra uveljavil, so začeli razvijati visokofrekvenčni sistem, ki deluje na 13,56 MHz. Dobra stran frekvence je njena nezasedenost po svetu, ponuja pa večji doseg in hitrejši prenos podatkov. Danes se uporablja za kontrolo pristopa, v plačilnih sistemih ter tudi v avtomobilih v sistemu proti kraji ipd. Leta 1997 je tako podjetje Ford Motor Company serijo modela Mustang opremilo s tehnologijo RFID, kar je bila ena izmed prvih uporab RFID v avtomobilski industriji. Ključ je bil opremljen z značko RFID in motor se ni zagnal, če signal, ki ga je značka oddala, ni bil pravi. Stopnja kraja tega modela je takoj padla za 70 odstotkov. Seveda je avtomobilska industrija stvar hitro prevzela od Forda in zelo znižala število kraja [4].

V 90. letih prejšnjega stoletja je podjetje IBM patentiralo sistem UHF RFID, ki deluje na frekvencah med 300 MHz in 3 GHz in pošilja informacije hitreje in dlje kot nizkofrekvenčni in visokofrekvenčni sistem [2].

Največji preskok je tehnologija doživela konec prejšnjega stoletja ob razmahu interneta, ko so ugotovili, da je bolj smiselno podatke o artiklih hraniti nekje v oblaku, na artikle pa namestiti značke, ki vsebujejo samo serijske številke. Tako znižajo ceno značk, ker te ne potrebujejo več kompleksnega čipa z velikim pomnilnikom. Pred tem so značke hranile vse podatke o izdelku. Ta pristop je bil tudi razlog za velik razmah tehnologije, ki bi v celoti lahko zamenjala črtne kode [2].

Tako so na primer v trgovinah vsak izdelek označili z značko RFID za elektronski nadzor izdelkov (angl. Electronic Article Surveillance tag, v nadaljevanje značka EAS), ki je vsebovala le 1 bit. Ta bit je povedal, ali je bil izdelek že plačan ali ne. Če je kupec izdelek plačal, se je značka EAS izklopila (bit se je postavil na 0), v nasprotnem primeru so bralniki ob izhodu sprožili alarm. Težava nastane, ker je še danes v večini primerov cenovno nesprejemljivo vsak izdelek opremiti z značko. Podobna zgodba pa se je uveljavila v knjižnicah, kjer ima vsaka knjiga svojo značko EAS, sistem pa deluje skoraj identično [2].



Slika 2.3: Format številke EPC. Vir: [www.epc-rfid.info](http://www.epc-rfid.info)

### 2.1.3 Kako deluje

Kot smo že omenili, je tehnologija RFID elektronski način prepoznavanja objektov, ki za prenos podatkov uporablja radiofrekvenčne signale. Vsaka značka vsebuje elektronsko zapisano informacijo, unikatno serijsko številko, ki jo sporoči čitalcu. V tem poglavju bomo opisali, kaj tehnologijo sestavlja in kako deluje.

#### Unikatna serijska številka

Unikatna serijska številka je številka, ki enolično predstavlja objekt. Ker je sama tehnologija RFID namenjena prepoznavanju objektov, je za tehnologijo številka bistvenega pomena. Pod pojmom unikatna serijska številka bi mnogi pričakovali globalno unikatno serijsko številko, resnica pa je daleč od tega, ker je to praktično nemogoče, ker bi številke v tem primeru morale biti ekstremno dolge, da bi pokrile vse potrebne sisteme. Sistemov, ki uporabljajo tehnologijo, je namreč vedno več. Lahko je sicer serijska številka generirana po standardu EPC (angl. Electronic Product Code), ki nam znotraj sistema zagotavlja globalno unikatno številko in je sestavljena iz več delov, kot je prikazano na sliki 2.3 [5].

V večini primerov pa gre za unikatno serijsko številko, ki je unikatna samo znotraj tipa značk določenega proizvajalca. Vendar pa tudi to ne drži vedno.

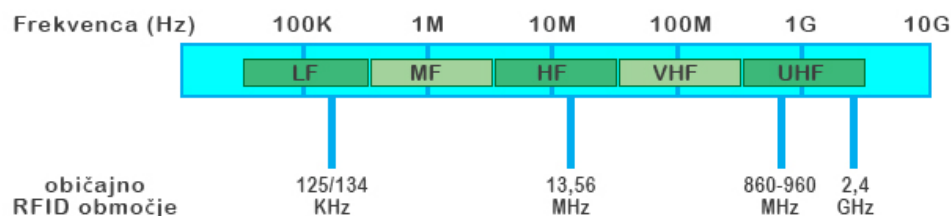
Na primer podjetje NXP Semiconductors, eno izmed vodilnih podjetjih pri izdelavi značk, je leta 1994 zasnovalo značke RFID pod oznako Mifare Classic, pri katerih so za serijsko številko namenili štiri bajte, kar zadošča za več kot štiri bilijone različnih števil. V letu 2010 so uporabili poslednje unikatne številke, potem pa so uporabnikom ponudili dve možnosti: prva je bila preskok na značke, ki za serijsko številko uporabljajo sedem bajtov, druga pa je da ostanejo na enakih karticah. Seveda jim pri slednji možnosti ne zagotavljajo več unikatnih serijskih števil, zato je v nekaterih sistemih, na primer sistemih, ki temeljijo na bančnih transakcijah (cestninski sistem), to nesprejemljivo. Veliko pa je takih sistemov, kjer ni tako pomembno, da je serijska številka unikatna in pojav duplikata ni tako zelo kritičen. Možno je tudi nadgraditi sistem, ki bo preverjal duplikate. Tudi prva možnost, preskok na nove značke, ni tako preprosta. Z uvedbo novih značk lahko pride do drastičnih sprememb v sistemu. Ni nujno, da bodo obstoječi čitalniki znali komunicirati z novo vrsto značk ali pa bo treba spremeniti kodo sistema, ki uporablja tehnologijo. Lahko se na primer zgodi, da je sistem nastavljen na 4 bajte dolgo številko in 7 bajtov dolge ne bo pravilno uporabil [6].

Unikatna koda je v značko zapisana po sistemu zapiši enkrat, beri večkrat (angl. Write Once Read Multiple). Se pravi, ko je enkrat zapisana na čip znotraj značke, je ni več mogoče spreminjati. Nekatere kartice imajo na voljo dodaten pomnilnik, na katere je mogočno zapisati poljubne podatke, če jih potrebujemo v sistemu [10].

### **Tipi sistemov glede na frekvenco delovanja**

Tehnologija deluje na treh različnih frekvenčnih območjih in tako sisteme razdelimo na nizkofrekvenčne (angl. Low Frequency, v nadaljevanju LF), visokofrekvenčne (angl. High Frequency, v nadaljevanju HF) in ultra visokofrekvenčne (angl. Ultra-High Frequency, v nadaljevanju UHF). Za lažjo predstavo razporeditve frekvenc si pogledajte sliko 2.4. Radijski valovi se v vsakem frekvenčnem območju obnašajo drugače, zato ima vsak od sistemov svoje





Slika 2.4: Na sliki je prikazan delni radijski spekter z najpogosteje uporabljenimi frekvencami znotraj tehnologije RFID.

prednosti in slabosti. Pri nižji frekvenci ima sistem krajši doomet delovanja in počasnejši prenos podatkov kot pri visokofrekvenčnih sistemih, vendar pa lahko bere tudi blizu ali na kovinskih in vodnih površinah, kar je pri visoki frekvenci težje [9].

LF sistem deluje na frekvencah med 30 in 300 kHz, tipično na 125 kHz, nekateri tudi na 134 kHz. Njegov doomet znaša tja do 10 cm in je primeren za kontrolo pristopa, označevanje živine in v podobnih sistemih. Nekateri sistemi so tudi standardizirani pri mednarodni organizaciji za standardizacijo ISO (angl. International Organization for Standardization) [9].

Frekvence od 3 in tja do 30 MHz zasedejo sistemi HF. Največkrat delujejo na frekvenci 13,56 MHz z možnostjo komuniciranja na razdalji do 1 metra. Največkrat se uporabljajo v sistemih za dodeljevanje vstopnic, v plačilnih sistemih, za prenos podatkov med napravami. Imamo tudi kar nekaj standardov za HF RFID, na primer standard za sledenje artiklov [9].

Zadnji sistem UHF pa zasede frekvence med 300 MHz in 3 GHz. Standard UHF Gen2 mu določa, da deluje med frekvencama 860 in 960 MHz. Napravi lahko komunicirata na razdalji vse do 12 metrov. Značke UHF po standardu Gen2 so dva- do trikrat cenejše kot značke HF zaradi precej lažje izdelave [9].

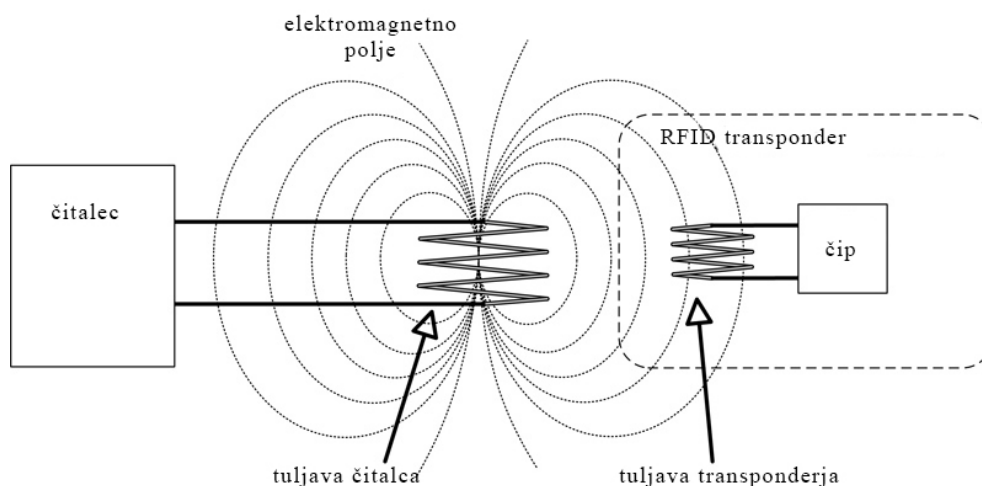
### Tipi sistemov glede na vir energije

Kot smo že omenili, tehnologija RFID uporablja značke, ki so dodane objektu, ki ga želimo prepoznati. Naj bo to oseba, žival ali izdelek v trgovini, skladišču. Čitalec, oddajnik-sprejemnik radijskih valov, odda signal znački in prebere njen odgovor, ki ga uporabi v nadaljnji akciji oz. nalogi, ki jo zahteva sistem.

Poznamo tri tipe sistemov, ki jih ločimo glede na vir energije na značkah. Prvi tip je aktivni sistem RFID, kar pomeni, da značke vsebujejo svoj oddajnik s svojim virom energije, ki je ponavadi baterija, saj tako lahko ohranimo značko čim manjšo. Tako lahko ta vrsta značke oddaja svoj signal, da prejemniku sporoči informacijo, ki jo vsebuje na mikročipu. Po navadi se uporablja skupaj s sistemi UHF, saj aktivna značka lahko še poveča razdaljo med dvema napravama vse tja do sto metrov. Aktivne značke se razdelijo na transponderje in na tako imenovane radijske svetilnike (angl. beacon). Medtem ko transponder čaka na signal čitalca, ki ga prebudi, da mu ta vrne signal, radijski svetilnik oddaja svoj signal sam od sebe v naprej določenem intervalu, na primer enkrat na dan [8, 9, 11].

Drugi tip sistemov RFID je pasivni sistem, pri katerem značke nimajo svojega vira energije, temveč čakajo, da čitalec pošlje signal, ki ga uporabi kot vir energije, da mu lahko vrne odgovor. Ta vrsta značk lahko operira z vsemi tremi frekvenčnimi sistemi. Ker so značke brez lastnega vira energije, je njihov domet precej krajši, vendar po so značke veliko cenejše, manjše in jih je veliko lažje izdelati [11, 8].

Zadnji tip sistemov pa je pasivni sistem, kjer so značke podprte z lastnim virom energije (angl. Battery-Assisted Passive (BAP) Systems). Delujejo enako kot pasivne značke, vendar pa za zagon značke uporabijo lasten vir energije, po navadi baterijo, za odgovor čitalcu pa uporabijo energijo, ki so jo prejele od čitalca. V nasprotju z aktivnim sistemom te značke ne vsebujejo svojega oddajnika [11, 8].



Slika 2.5: Tuljavi čitalca in transponderja ustvarita magnetno polje, iz katerega transponder črpa energijo. Vir: [www.omicron-lab.com](http://www.omicron-lab.com)

### Način povezovanja

Domet branja je sicer odvisen od mnogih faktorjev, eden od najbolj pomembnih pa je način kako pasivna značka odda podatke čitalcu. LF in HF pasivni sistemi za to uporabljajo induktivno povezovanje (angl. inductive coupling), pri katerem tuljavi v čitalcu in znački ustvarita magnetno polje (glej sliko 2.5), iz katerega značka črpa energijo za zagon čipa na vezju, in nato odda podatke nazaj čitalcu. Čitalec zazna spremembe znotraj magnetnega polja in jih pretvori v digitalno obliko. Ker mora biti ustvarjeno magnetno polje, morata biti čitalec in značka dovolj blizu za delovanje sistema. Razdalja je odvisna od velikosti anten in materialov v njihovi neposredni bližini [8, 12].

Pasivni sistem UHF uporablja zakasnjeno povezovanje (angl. propagation coupling). V tem primeru se ne ustvari elektromagnetno polje, temveč čitalec odda elektromagnetno energijo, ki jo značka shrani, spremeni signal ter ga s pomočjo sprejete energije vrne nazaj čitalcu. Temu signalu rečemo povratni radarski signal (angl. backscatter) [8, 12].

### **Faktorji, ki vplivajo na delovanje**

Ker gre za brezžično tehnologijo, veliko faktorjev vpliva na delovanje. Ni nujno, da poznamo vse zaplete, do katerih lahko pride, vendar pa so nekateri bistvenega pomena za končnega uporabnika, da poišče izvor in odpravi napake, ki se pojavijo z uporabo tehnologije.

Ker sistema LF in HF delujeta s pomočjo magnetnega polja med čitalcem in značko, je bralno polje manjše in ga je lažje nadzorovati z velikostjo anten, jakostjo električnega toka ipd. Nasprotno je sistem UHF zaradi zakasnjene povezovanja težje nadzorovati. Poslana elektromagnetna energija mora prepotovati večjo razdaljo, poleg tega pa lahko pride do odboja od drugih površin v bližini ter tako doseže značke, s katerimi ne želimo komunicirati. Prav tako je pri sistemu UHF težje komunicirati z značkami, ki imajo v svoji bližini kovinske materiale ali vodo. Kovinske površine namreč ne odbijajo elektromagnetnih valov v smer, ki bi jo morale, in tako povzročajo nepravilno branje, voda pa te valove absorbira in tako ne dosežejo značke v zadostni količini. V teh primerih obstajajo posebni čitalci s posebnimi antenami, ki so zmožni bolje komunicirati z značkami v bližini vode ali kovinskih materialov. Komunikacija se zelo izboljša tudi, če med značko in vodo ali kovino pustimo praznino zraka. Vendar pa je treba pri kovini biti previden pri postavitvi, da se energija od površine odbije v značko in tako poveča pridobljeno energijo [8].

Poleg zgoraj naštetih težav, s katerimi se uporabnik lahko sooči pri uporabi tehnologije RFID, moramo upoštevati, da obstajajo še druge brezžične tehnologije, ki lahko oslabijo delovanje. Na primer veliko starih brezžičnih lokalnih omrežij uporablja isto frekvenco kot sistem UHF. Tako moramo posodobiti lokalno omrežje po standardu 802.11, da ne prihaja do interference. Prav tako so lahko motilci prenosni telefoni ali brezžične dostopne točke. Velik problem je tudi elektromagnetna interferenca, ki otežuje povratne signale, ki jih zanka vrne čitalcu. Večina strojev in robotov oddaja elektromagnetne valove, kar je velik problem, saj se sistem UHF velikokrat uporablja v proizvodnji za prepoznavanje sestavnih delov. Tako je treba izvor valovanja ustrezno zaščititi, da

oddajo čim manj tovrstnega valovanja [8].

## 2.2 Tehnologija NFC

### 2.2.1 Kaj je NFC?

NFC je tehnologija, ki jo opredeljujejo standardi in nam omogoča varno, brezkontaktno komunikacijo med dvema elektronskima napravama. Komunikacija je vzpostavljena zelo preprosto, ker ne potrebuje nobene posebne priprave kot pri drugih brezžičnih komunikacijah. Uporabniku omogoča brezžične transakcije, dostop do digitalne vsebine in povezovanje naprav, ki jih približamo drugo k drugi [22].

Omogoča nam brezžično komunikacijo vse do razdalje štiri do pet centimetrov. To nam zagotavlja večjo varnost, saj morata biti napravi relativno blizu [22].

### 2.2.2 Kratka zgodovina

Tehnologija NFC je zelo mlada. Njeni začetki segajo prav v tehnologijo RFID. Lahko rečemo, da je tehnologija NFC nekakšen otrok tehnologije RFID. Leta 2004 so tri velika tehnološka podjetja, Nokia, Sony in Philips, oblikovala NFC Forum, z namenom da svetu predstavijo varnost, uporabnost in povišajo popularnost tehnologije NFC. Postavili so standarde, ki omogočajo tehnologiji komunikacijo med različnimi napravami. Kdor je želel ustvariti napravo, kompatibilno z NFC tehnologijo, je moral te standarde upoštevati. V letu 2006 so bile izdane prve specifikacije za NFC značke. To so značke, ki vsebujejo informacijo, ki jo kompatibilna naprava, na primer pametni telefon, opremljen s tehnologijo NFC, pridobi z približanjem naprave. Informacija je lahko poljubne narave in lahko sproži različne akcije. Značke so lahko samo bralne, nekatere pa omogočajo tudi pisanje novih informacij. V istem letu, letu 2006, so bile podane tudi specifikacije za tako imenovane pametne posterje, ki so



Slika 2.6: Leta 2004 so Nokia, Sony in Philips, oblikovali forum NFC. Vir: [www.nfc-forum.org/](http://www.nfc-forum.org/)

opremljeni z značko NFC, ki vsebuje na primer dodatne informacije o izdelku, ki ga poster promovira, ali pa povezavo do spletne strani. Prav tako je leta 2006 na prodajne police prišel prvi mobilni telefon, Nokia 6131, ki je bil opremljen s tehnologijo NFC. Skozi leta je bilo izdanih vse več specifikacij, tehnologija pa podpira plačilne metode, izmenjevanje datotek, povezav ... Leta 2010 je na prodajne police prišel prvi mobilni telefon z izjemno priljubljeno platformo Android, ki je bil opremljen s tehnologijo NFC, vendar pa nam še vedno ne ponuja vseh funkcionalnosti, ki bi nam jih lahko [23].

V letu 2011 je tehnološki gigant Google predstavil Google denarnico (angl. Google Wallet), ki državljanom Združenih držav Amerike omogoča plačevanje s pomočjo tehnologije NFC na mobilnem telefonu. Storitev uporabniku omogoča, da shrani kreditne kartice, darilne bone, kartice zvestobe ipd. na svoj telefon, s katerega s pomočjo tehnologije NFC pošlje podatke na terminal PayPass (storitev MasterCarda za brezkontaktno plačevanje prek terminala) samo s približanjem naprave, ki ima nameščeno aplikacijo. Storitev je na voljo pri mnogih trgovcih po Združenih državah Amerike. Prav tako je možno spletno nakupovanje s pomočjo njihove denarnice. Leta 2013 je gigant najavil



Slika 2.7: Google wallet je storitev tehnološkega giganta Google, ki omogoča združitev kreditnih kartic, kartic zvestobe, različnih vrednostnih bonov ipd. na telefon in jih tako s pomočjo telefona in tehnologije NFC uporabiti pri plačevanju. Vir: [www.androidheadlines.com](http://www.androidheadlines.com)

združitev storitve Google denarnica z njihovo storitvijo Google mail. Tako je mogoče izvesti plačilo kar s pomočjo priponke, pripete sporočilu. Storitev je za zdaj prav tako na voljo samo v Združenih državah Amerike, vendar pa jo lahko v prihodnosti pričakujemo tudi drugod po svetu, kar bo vsekakor povečalo prepoznavnost tehnologije NFC [24].

### 2.2.3 Kako deluje

Kot smo videli v prejšnjem poglavju, se tehnologija NFC razvija bliskovito in nam ponuja neomejeno možnosti za uporabo. V tem poglavju bomo spoznali, kje so njene omejitve in na kaj moramo biti pozorni pri njeni uporabi.

#### Frekvenca delovanja

V nasprotju s tehnologijo RFID NFC deluje samo na eni frekvenci – frekvenci 13,56 MHz [18]. To je glede na domet, ki ga želimo doseči s tehnologijo, da obdržimo želeno varnost, najbolj primerna frekvenca. V razdelku 2.1.3

smo omenili, da se sistem s to frekvenco največkrat uporablja prav za plačilne sisteme, sisteme za prodajo vstopnic, kjer domet zaradi varnosti ne sme biti prevelik. Kot smo omenili v omenjenem poglavju, je na tej frekvenci domet možen vse tja do 1 metra, vendar ga je možno omejiti s spreminjanjem velikosti anten in materialov, ki obdajajo napravi. Tako je zaradi varnostnih razlogov pri tehnologiji NFC po navadi omejen na okoli pet centimetrov [9, 22].

Ker tehnologija NFC prejema in pošilja podatke na isti frekvenci, je sistem polovični duplex (angl. half duplex), kar pomeni, da ena naprava naenkrat pošilja, medtem ko druga sprejema podatke, in obratno. Za to poskrbi protokol, ki zahteva, da naprava najprej posluša, ali katera naprava že oddaja podatke, in če jih ne, lahko začne pošiljati sama [22].

### **Povezovanje**

Povezava je sklenjena, ko se dve napravi zbližata, zato ni težko prepoznati in povezati naprav med seboj. Za povezavo ni potrebna nikakršna ročna konfiguracija, kar naredi tehnologijo tako preprosto. Razdalja po navadi ne sme biti večja od 4 do 5 centimetrov, vendar pa je razdalja odvisna od zunanjih faktorjev.

Tako kot pri tehnologiji RFID tudi tukaj poznamo pasivni in aktivni sistem. Pri slednjem obe napravi generirata radio frekvenčne signale za pošiljanje podatkov, medtem ko pri pasivnem ena NFC naprava pošlje signale drugi in ta ji vrne podatke, ki jih ima shranjene.

### **Načini delovanja**

Poznamo tri različne načine delovanja v tehnologiji. Prvi način je tako imenovani način čitalec/pisalec (angl. Reader / Writer mode), ki omogoča napravi NFC branje podatkov z značk NFC, ki so na primer skrite v reklamnih posterjih. Na značke, če niso samo bralne, pa lahko sami zapišemo različne informacije. Značke morajo biti tipa, potrjenega s strani NFC Foruma [21].





Slika 2.8: V načinu delovanja "peer to peer" lahko med mobilnimi napravami prenašamo različne podatke, kot so datoteke, sporočila, kontakte ipd. Vir: [www.n4bb.com](http://www.n4bb.com)

V drugem načinu s pomočjo tehnologije NFC simuliramo tako imenovano pametno kartico (angl. Smartcard), na katero sicer lahko shranimo poljubne podatke. Tak način se uporablja pri plačevanju, v sistemu vozovnic ipd. Naprava se obnaša kot pametna kartica, ki komunicira s čitalcem [21].

Tretji način pa je "peer to peer", ki omogoča prosto komunikacijo med napravami. Napravi si tako izmenjujeta datoteke, različne informacije, kot so kontakti, shranjeni na napravi, in podobno [21].

### **Razlike med NFC in drugimi brezžičnimi tehnologijami**

Poznamo kar nekaj vrst brezžičnih povezav: običajna brezžična povezava (angl. wireless connection v nadaljevanju Wi-Fi), bluetooth, RFID, NFC ... Omenili smo, da je komunikacija med napravami s tehnologijo NFC izredno preprosta, glede na druge brezžične tehnologije. Na tem mestu si pogledjmo še nekatere razlike med povezavami.

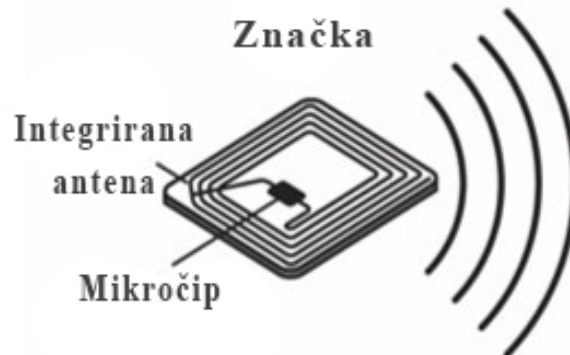
Tehnologiji NFC in bluetooth sta si med seboj najbolj podobni. Povezava

	NFC	Bluetooth
Domet delovanja	do 10 centimetrov	do 100 metrov
Ročno povezovanje	ni potrebno, za povezavo potrebujemo manj kot sekundo	potrebno, približno v 6 sekundah
Hitrost prenosa	100-400 kb/s	do 2,1 Mb/s
Uporabnost	NFC značke, plačila, prenos podatkov ...	Bluetooth prenos podatkov
Poraba energije	NFC pasivne značke ne potrebujejo svoje energije	obe napravi morata imeti svoj vir energije
Anonimnost	podatki o uporabniku niso na voljo	zaradi ročne konfiguracije ni anonimnosti

Tabela 2.1: Tehnologiji NFC in bluetooth sta se med seboj najbolj podobni, vendar pa sta si še vedno zelo različni. Glede na potrebe vedno presodimo, katero bomo izbrali.

bluetooth nam prav tako omogoča prenos podatkov med napravami, vendar na veliko daljši razdalji, kar je manj varno v primerjavi s povezavo NFC. Obe zahtevata posebno strojno opremo, pri obeh gre za komunikacijo med dvema napravama, vendar pa sta si med seboj zelo različni [26, 27]. V tabeli 2.1 si lahko pogledate kratko primerjavo teh dveh tehnologij.

Wi-Fi je namenjena lokalnim omrežjem in ni komunikacija s kratkim dosegom kot zgornji dve, medtem ko smo RFID dodobra spoznali v prejšnjem podpoglavju in vemo, da je zelo podobna tehnologiji NFC, bolj splošno definirana, vendar namenjena zgolj prepoznavanju [18]. Naša naloga je, da uporabimo tehnologijo, ki je najbolj primerna za to, kar potrebujemo.



Slika 2.9: Značka je sestavljena iz mikročipa in radijske antene. Vir: <http://itlaw.wikia.com>

## 2.3 Značke

Tehnologiji NFC in RFID obe komunicirata tudi z značkami, ki so njun pomemben sestavni del. Poznamo veliko različnih vrst značk, ki se razlikujejo po velikosti, po obliki, po velikosti spomina, po izvoru vira energije, kot smo že spoznali v razdelku 2.1.3. Velika večina teh značk uporablja silicijev mikročip, ki hrani unikatno serijsko številko značke, ki je na mikročip zapisana ob izdelavi, in velikokrat še kakšno dodatno informacijo, ki nam koristi znotraj sistema, v katerem deluje.

Tipična značka je sestavljena iz mikročipa, ki je priklopljen na radijsko anteno, vse skupaj pa je pritrjeno na podlago. Značke lahko na mikročip sprejmejo od 16 bitov do 128 KB podatkov. Količina je tudi odvisna od načina, v katerem značka deluje, nanjo pa lahko zapišemo poljubne podatke, kot na primer informacije o produktu, njegovem stanju, datumu izdelave ipd. [11, 8]. Slika 2.9 nam prikazuje, kakšna je preprosta značka.

Načine delovanja značke smo deloma že spoznali v razdelku 2.1.3. Medtem ko so aktivne značke, tiste, ki imajo lasten vir energije, po navadi malo večje in tudi dražje, so pasivne lahko zelo majhne in zelo poceni. Kot zanimivost

naj povemo, da trenutni rekord za najmanjšo značko drži proizvajalec Hitachi, značka pa meri zgolj 0,05 kvadratnega milimetra in na 128-bitni bralni pomnilnik lahko shrani 38-mestno številko. Zaradi majhnosti antene, ki sprejema in oddaja signale, je njen domet branja zgolj 1 milimeter [19].

Tudi oblika značke se prilagaja namenu uporabe. Lahko so kot obeski za ključe, kot kartice ali pa kot tako imenovana pametna nalepka, na primer etiketa izdelka, ki vsebuje značko (slika 2.10). Možno jo je vgraditi direktno v embalažo izdelka ali pa v posebej odporni material, na primer odporen na visoke ali nizke temperature, posebne kemikalije ipd. Seveda je od oblike in materiala odvisna cena značke, vendar pa so praviloma standardne pasivne značke v primerjavi z aktivnimi veliko cenejše. Pri sistemih LF in HF ima velikost pasivne značke velik vpliv na domet delovanja. Če želimo imeti velik domet delovanja, moramo izbrati čim večjo značko, ker ima večjo anteno. Tako moramo dobro premisliti, kakšne značke uporabiti pri sistemu, kjer jih bomo uporabljali.





## Poglavje 3

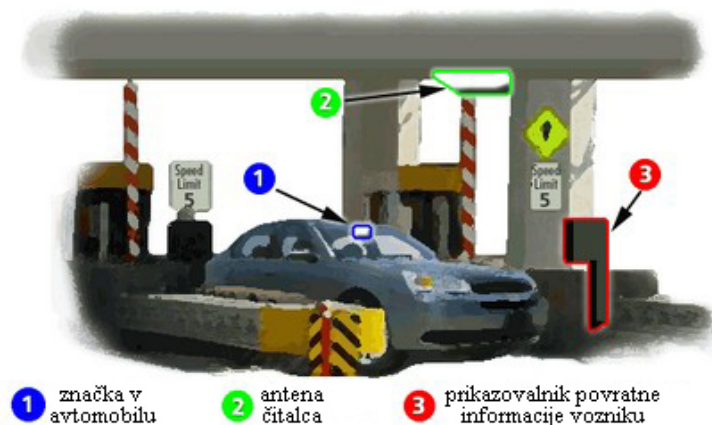
# Uporaba tehnologij v praksi

### 3.1 Uporaba tehnologije RFID v praksi

Tehnologija RFID sama zase uporabniku ne ponuja velike vrednosti. Omogoča pa podjetju, da z njeno pomočjo ustvari sistem oz. aplikacijo, ki bo imela vrednost [7]. Vse je odvisno od tega, kako se uporabi. Največji razmah tehnologije se je začel odvijati v zadnjem desetletju prejšnjega stoletja. Podjetja so drugo za drugim začela uporabljati tehnologijo za različne potrebe, odvisno od tega, kaj so potrebovali. Nekaj primerov uporabe v velikih podjetjih si bomo pogledali v tem poglavju, vendar pa je nemogoče zajeti vse primere, saj je vsak zase edinstven. Možnosti je neomejeno.

#### 3.1.1 Avtomatsko plačevanje

Sistem za avtomatsko plačevanje cestnine je eden izmed prvih naprednih sistemov, ki je uporabljal tehnologijo RFID. Sistem je bil predstavljen v poznih 80. letih prejšnjega stoletja, zaživel pa v 90. Uporabljal je aktivne značke, ki so bile nameščene znotraj avtomobila. Ko je avtomobil dosegel cestninsko postajo, je čitalec na postaji poslal signal, ki je zbudil značko v avtomobilu. Ta mu je odgovorila s svojo unikatno številko, ki je bila v sistemu povezana z



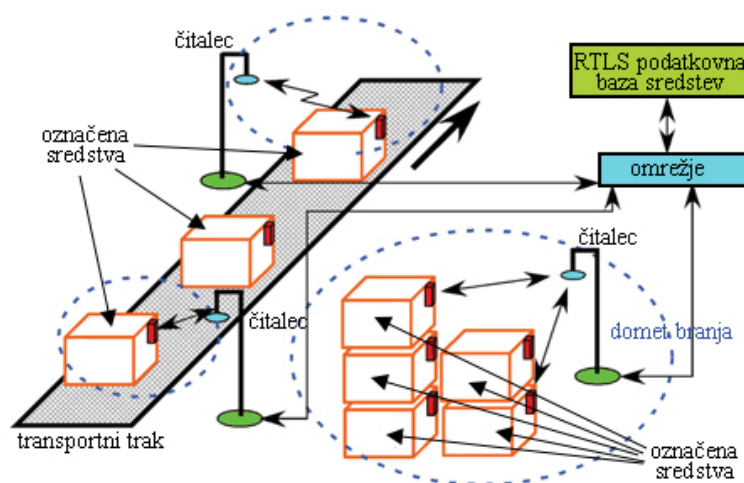
Slika 3.1: Sistem za avtomatsko plačevanje cestnine Vir: [www.switched.com](http://www.switched.com)

računom uporabnika. Tako so se čakalne vrste na cestninskih postajah vidno zmanjšale. Tudi v Sloveniji smo pred uvedbo vinjet imeli možnost uporabe tovrstnega sistema – sistem ABC. Podobno so imeli vozniki možnost plačevanja goriva na bencinskih servisih. Najprej si je moral ustvariti račun in prevzeti značko RFID. Kasneje je po koncu točenja le približal svojo značko čitalcu, nameščenemu na točilnem avtomatu, in tako plačal natočeno gorivo. Trenutno plačevanje s pomočjo tehnologije RFID testirata tudi MasterCard in Visa [17].

### 3.1.2 Lokacija v realnem času

Podjetje NYK Logistics se ukvarja s pošiljanjem in distribucijo ogromne količine izdelkov, kot so oblačila, različni pripomočki, programska oprema ipd. Imeli so velike težave z beleženjem lokacije vseh kontejnerjev in tovornih prikolic v svojem skladišču. Ko je tovornjak prišel do skladišča, so zaposleni v sistem ročno vnašali podatke o pošiljki: kaj vsebuje, kdaj je prišla in kam mora biti odložena. Vendar pa se je ničkolikokrat zgodilo, da je bilo mesto zasedeno in je moral poiskati nov prostor. Tako zaposleni, ki so mu pri vratih dali navo-





Slika 3.2: Tipični sistem RTLS sestoji iz skupine čitalcev, skupine značk in povezave na podatkovno bazo, ki hrani podatke o tem, kje so bila sredstva nazadnje opažena. Vir: [www.rfidhy.com/the-application-of-rfid-in-the-production-flow/](http://www.rfidhy.com/the-application-of-rfid-in-the-production-flow/)

dilo, niso mogli slediti, kje je prikolica končala. V glavni sezoni je podjetje po navadi najelo dodatne uslužbenke, da so prikolice ali kontejnerje prepeljali na mesto, kjer so jih potem oddali naprej, kamor so bili namenjeni. Težava je nastala, ker je služba obratovala 24 ur na dan vseh 7 dni v tednu in tako je bilo ponoči zelo težko delovati v skladišču, ki ga ne poznaš [13].

Odločili so se, da zamenjajo sistem za vodenje skladišča. Najeli so strokovnjake, ki bi jim pripravili rešitev, da bi njihovo skladišče ostalo bolj organizirano in bi se znebili tovrstnih težav, da pošiljke ne bi našli. Najprej so jim predlagali sistem s črtno kodo, vendar so jo zavrnil zaradi razloga, ker je sistem še vedno odvisen od človeškega faktorja, vremenskih razmer, črtna koda mora biti v dobrem stanju, da jo optični bralnik lahko odčita, itd. Tako so se odločili za uporabo sistema z aktivnimi značkami RFID, ki je omogočal sporočanje lokacije v realnem času (angl. Real-Time Locationing System, v nadaljevanju sistem RTLS). Po skladišču so postavili večje število čitalcev, ki

pokrijejo celotno skladišče. Ko pošiljka pride v skladišče, jo označijo z značko, ki oddaja svoj ID v treh intervalih. Vsak interval je namenjen drugemu čitalcu. Sistem uporabi signal in čas, ko je bil signal sprejet, da izračuna točno lokacijo pošiljke znotraj skladišča. Ko pride pošiljka v skladišče, pri vходу osebje s pomočjo ročnega osebnega računalnika pridobi podatke o vzniku direktno iz njegovega vozniskega dovoljenja, na kontejner ali prikolico pritrdijo značko, ki jo kasneje ob zapustitvi skladišča odstranijo. Značko prečitajo in njeno prepoznavno številko v sistemu povežejo z voznikom. Voznik dobi navodila, kam pošiljko peljati in kje poiskati morebitno pošiljko, ki jo bo odpeljal ven iz skladišča. S sistemom se je vstopni čas v skladišče prepolovil. Sistem so povezali z lastnim že obstoječim sistemom, tako lahko zaposleni z branjem značke izvedo, kaj pošiljka vsebuje, kdo jo je dostavil, kam je namenjena itd. Tudi če je bila pošiljka pripeljana na napačno mesto, sistem zazna spremembo in posodobi podatke v bazi. Seveda sistem prinaša kopico možnosti, ki so izboljšale delovanje podjetja. Za podjetje je pomembno, da je pošiljka v njihovem skladišču čim manj časa, in to so s sistemom dosegli. Čas se je s povprečja deset zmanjšal na šest do osem ur. Poleg tega so lahko na primer njihovi poslovni partnerji večkrat na dan obveščeni o stanju pošiljke [13].

### 3.1.3 Sledenje inventarju podjetja

Letalska družba Air Canada je imela ogromne težave zaradi izgube inventarja, konkretno z vozički za oskrbo hrane in pijače v letalih. Vrednost izgubljenih vozičkov se je merila v milijonih dolarjev. Začeli so aktivno iskati rešitev. Najprej jim je bila predlagana črtna koda, ki pa nima smisla, če zaposleni ne opravijo branja. Naleteli so na sistem RFID, ki je uporabljal pasivne značke z dometom branja do 15 centimetrov. V tem primeru bi moral biti čitalec postavljen tik pod voziček ali tik nad njim, kar bi zadostovalo, če bi hotel prešteti vozičke, ki so se v določenem dnevu oprali, nikakor pa ne za bolj konkretne naloge, ki so jih v podjetju želeli. Pri večjem dometu so imeli velike težave, ker je voziček iz kovinskih materialov in po navadi založen s tekočino.

Tako sistem ni bil zanesljiv. Podjetje Scanpak je prav zanje izdelalo nov sistem, ki je deloval na frekvenci 433,92 MHz, ki je bolj primerna v takšnih razmerah. Izdelali so posebne značke, ki pa so potrebovale dodatno napajanje. Tako so uporabili merilnik pospeška, ki je ob premiku vozička aktiviral značko, da je začela oddajati signal. Sistem je tako avtomatsko beležil vozičke povsod po svetu, kamor leti Air Canada. Vsi čitalci v poslovni enoti so povezani v lokalni sistem, ki s pomočjo interneta pošilja podatke v glavni sistem. V podjetju so zaradi uvedbe sistema za dva odstotka zmanjšali inventar vozičkov, za dvajset do petdeset odstotkov zmanjšali stroške prerazporejanja vozičkov z ene postaje na drugo. Prav tako se je za osemdeset odstotkov zmanjšala nepojasnjena izguba inventarja, poleg tega pa jim ni treba več opravljati letnega pregleda inventarja, saj ga sistem izvaja avtomatsko [14].

V okrožju El Paso v zvezni državi Kolorado so z značkami UHF opremili računalnike, tiskalnice, monitorje in ostalo IT opremo, kar jim omogoča, da vedo, kje je inventar ali na primer koliko je vreden inventar v določeni stavbi. Poleg tega je izvedba popisa inventarja veliko lažja in veliko bolj natančna. Zato v vsakem trenutku vedo, katero novo opremo potrebujejo [15].

### 3.1.4 Tehnologija RFID v proizvodnji

Podjetje Johnson Controls izdeluje sedeže, namenjene tovornjakom in avtomobilom, za nekatera velika avtomobilska podjetja. Od njihove pošiljke sedežev je tako odvisna celotna proizvodnja avtomobilov in tovornjakov v teh podjetjih. Če pride na proizvodni trak napačen sedež, se proizvodnja tako rekoč ustavi. Ker gre za veliko število sedežev, je bilo zaradi človeškega faktorja preveč napak. Zato so se odločili, da uvedejo sistem, ki bo deloval s pomočjo tehnologije RFID. Vsak sedež opremijo z značko, katere identifikacijska številka nam pove, kateri model sedeža je. Tako se sedež prepozna ko potuje po traku. Ko pride na določeno mesto, kjer se na primer vgrajuje zračne blazine, sistem preveri, ali ima sedež zapisano to v specifikaciji, in ga po potrebi namesti, drugače lahko sedež potuje naprej po traku. Prav tako se avtomatizira testiranje sedežev,

ker sistem sam ve, kaj vse mora sedež, ki se testira, imeti. Sedeži se s traku postavijo na palete, ki so tudi opremljene z značkami RFID, na katere zapišejo vse specifikacije sedežev. Prav tako jim ni več treba skrbeti, da se različni sedeži v skladišču ne pomešajo. V tovarnah avtomobilov so obstoječi sistem prilagodili, da na trak avtomatsko pošlje sedež, ki ustreza specifikacijam in zahtevam. S sistemom so dosegli 99,9-odstotno natančnost izdelave naročenih sedežev [16].

Tudi nekatera druga velika podjetja tehnologijo že nekaj časa uporabljajo namesto črtnih kod: za beleženje zaloge, preverjanje lokacije orodja, polizdelkov in drugih stvari, za katere morajo v vsakem trenutku vedeti, ali jih imajo na zalogi ali jih morajo naročiti.

### **3.1.5 Kontrola pristopa**

Kontrola pristopa je ena od zelo pogostih uporab tehnologije RFID. Veliko podjetij se odloča za tovrsten način omejitve vstopa v objekt ali prostore znotraj njega. Deluje s pomočjo čitalcev, ki so locirani ob vratih ali v njih, vsaka oseba pa dobi značko, ki ji jo v sistemu dodelimo. Sistem ima veliko prednosti glede na običajni sistem s ključi. Če oseba potrebuje dostop skozi določena vrata, ji lahko čisto preprosto pravice dodelimo v centralnem sistemu, na katerega so povezani vsi čitalci v stavbi. Ko ji dostopa ne dovolimo več, ji ga preprosto ukinemo. Ne nam treba izdelovati duplikatov fizičnih ključev, hkrati pa nas ne skrbi, da ga oseba v vmesnem času ni pripravila sama. Preprosti sistemi se že množično uporabljajo tudi za domačo uporabo in so cenovno že zelo dostopni. Čitalec se lahko vgradi kar direktno v ključavnico in ima po navadi svoje baterijsko napajanje.

### **3.1.6 Uporaba v knjižnici**

Uporaba tehnologije RFID v knjižnicah se je že dobro uveljavila in poenostavila delovanje marsikaterih knjižnic. Tako so značke RFID zamenjale črtne kode,



Slika 3.3: Tehnologija RFID se že množično uporablja v knjižnicah. Omogoča izposajo knjig brez pomoči knjižničarja, izboljša varnostni sistem proti kraji, preprosto vračilo knjig ipd. Vir: [www.rfid-library.com](http://www.rfid-library.com)

ki so služile za prepoznavanje knjig in elektromagnetno varnostno značko, ki jo ob izposoji izvoda razmagnetijo, ob vrnitvi pa znova namagnetijo, tako da sproži alarm v primeru poskusa odtujitve. Tako omogočijo članu knjižnice, da si na posebnem avtomatu sam izposodi knjige in jih kasneje sam tudi vrne, brez pomoči knjižničarja. Vračilo tako poenostavi, da knjige, ki jih želimo vrniti, preprosto vržemo v zabojnik za vračilo knjig. Sistem sam zazna, katere knjige so bile vrnjene, in zabeleži vračilo. Tudi varnostni sistem, ki deluje s pomočjo radijske frekvence, je veliko bolj zanesljiv kot elektromagnetni sistem. Ko so knjige zložene na policah, je knjižničarju olajšano delo pri opravljanju inventure in iskanje izgubljenih knjig, ki niso na pravih mestih [25]. Model sistema si oglejte na sliki 3.3.

### 3.1.7 Naktere druge uporabe

Podjetje Unilever je že nekaj časa nazaj pripravilo prototip tako imenovane kuhinje prihodnosti. Če bi bili vsi izdelki, ki bi jih kupili v trgovini, opremljeni z značkami RFID, bi doma čitalec v kuhinji avtomatsko pregledal, kaj vse smo prinesli, in nam tako ponudil možnosti, kaj vse lahko pripravimo [17]. Naslednji zanimiv način uporabe značk RFID je predstavilo italijansko podjetje Merloni Elettrodomestici. Izdelali so pameten pralni stroj, v katerega naložimo perilo, opremljeno z značkami RFID. Čitalec v stroju prebere značke in izbere primeren program pranja [17]. V nekaterih državah je tudi obvezno označevanje živine in drugih domačih živali z značkami RFID. Živinorejcu se tako zelo olajša prepoznavanje živali. Ko sistem žival prepozna, lahko kmet v sistem vpiše poljubne podatke, ki jih želi imeti zabeležene. Lahko je to spremljanje teže, dnevna količina mleka, informacije o zdravju in zdravljenju ipd. Značke so lahko nataknjene na ušesa živine, lahko pa jih tudi vstavimo pod kožo. V tem primeru gre za miniaturne značke, velike kot zrno. Tovrstne značke se po navadi vstavijo pod kožo hišnim ljubljencem, kar omogoča identifikacijo v primeru, da se žival loči od lastnika.

## 3.2 Uporaba tehnologije NFC v praksi

Prav tako kot tehnologija RFID ima tudi tehnologija NFC neomejeno možnosti uporabe. Ker gre za brezžičen prenos podatkov, je razlika med sistemi samo v tem, katere podatke prenašamo in med katerima napravama. V tem poglavju si bomo pogledali nekaj primerov uporabe.

### 3.2.1 NFC in mobilni telefoni

Kot smo opisali v razdelku 2.2.2, so velik napredek tehnologije zagotovili mobilni telefoni, opremljeni s tehnologijo NFC. Vse več mobilnih naprav je opremljenih s to tehnologijo in prav to nam daje nešteto možnosti. Obstajajo apli-



Slika 3.4: Podjetje Sony je razvilo zunanji objektiv, ki se s pomočjo tehnologije NFC poveže z mobilnim telefonom. Slika z objektivom se prikazuje na mobilnem telefonu, kamor se tudi shranijo slike. Vir: [www.dvice.com/2013-9-4/sonys-lens-shaped-cameras-works-any-smartphone](http://www.dvice.com/2013-9-4/sonys-lens-shaped-cameras-works-any-smartphone)

kacije, s katerimi na značke zapišemo določena opravila, ki jih s približanjem telefon opravi. Nekatere od njih so tipa, potrjenega s strani foruma NFC. Lahko na značko shranimo svoje kontaktne podatke, zaznamek, spletno povezavo ali pa prednastavimo tekstovno oziroma elektronsko sporočilo. Na ta način tudi delujejo pametni posterji, ki smo jih že spoznali. Za branje takšne značke ne potrebujemo dodatne aplikacije. Z dodatno aplikacijo pa lahko na primer nastavimo značko, da nam mobilno napravo prestavi v način za letenje (izklopi vsa povezovanja mobilnega telefona) in nastavi budilko. Značko postavimo ob posteljo in ji pred spanjem približamo napravo, na kateri se bo izvedla akcija, shranjena na znački. Seveda je samo s tem principom možnih nešteto različnih kombinacij. To so sicer nestandardne akcije in za njihovo izvedbo potrebujemo aplikacijo, s katero smo jih nastavili. Najprej se sproži že podprta akcija, ki odpre to aplikacijo, nato pa ta aplikacija sproži dodatne akcije. Tehnologijo NFC uporablja Google denarnica in njeno delovanje smo že opisali. V nekaterih državah s pomočjo tehnologije NFC že plačujejo javni prevoz, prevzemajo kupljene vstopnice za različne dogodke, plačujejo v trgovih-

nah ipd. V prihodnosti lahko pričakujemo, da bo naš mobilni telefon tudi naša kartica zavarovanja ali pa bomo z njim odklepali vrata hiše in drugih objektov.

### **3.2.2 NFC in druge naprave**

Ne samo mobilni telefoni, tudi druge naprave so lahko opremljene s tehnologijo NFC. Tako lahko fotoaparati približamo tiskalniku in ta nam bo natisnil slike, ki so bile posnete. Z dotikom naprave in značke NFC lahko preprosto povežemo napravo na lokalno omrežje, ne da bi vpisovali vse konfiguracijske zahteve, medtem ko varnost ostane na enaki ravni. Lahko povežemo napravi in preprosto med njima izmenjujemo podatke [20].



## Poglavje 4

# Praktičen primer uporabe

V tem poglavju bomo podali čisto preprost primer uporabe tehnologije RFID. Pogledali si bomo, kako lahko naredimo sistem dobroimetja, pri katerem bi naše stranke za identifikacijo uporabile značko RFID.

### 4.1 Ciljna skupina in namen sistema

Naša ciljna skupina bodo podjetja, ki ponujajo storitev, ki jo stranka plača s pomočjo kartice dobroimetja. Posebej primeren je sistem v primeru, ko ponujamo vnaprej plačane storitve. Za lažjo predstavo se omejimo na kozmetične salone, ki ponujajo storitev solarija. Po navadi salon ponudi nekakšen popust v primeru večjega zakupa minut za storitev solarija. Če vzamem za primer, da minuta storitve stane 1 evro, lahko stranka plača 70 evrov, za to vsoto pa dobi 100 minut storitve, torej za 30 evrov bonusa. Da bi lažje beležili trenutno stanje, ji ponudimo značko RFID, lahko v obliki kartice, ki jo lahko poljubno potiskamo. Vendar pa je možnost uporabe veliko širša. Lahko se uporablja v gostinskih lokalih, trgovinah, kozmetičnih salonih, fitnes centrih ipd. Njen namen je zgolj upravljanje z dobroimetjem strank.



Slika 4.1: Čitalec RFID PCR-330M. Vir: [www.mave.si](http://www.mave.si)

## 4.2 Strojna oprema in težave

Za delovanje sistema ne potrebujemo veliko opreme. Potrebujemo računalnik, ki ga v veliko primerih že imamo in ga uporabljamo za blagajniški sistem. Potrebujemo še čitalec značk RFID in značk, ki jih bomo dajali strankam. Značke nam poleg tega lahko služijo še kot nekakšne vizitke podjetja, saj jih lahko poljubno potiskamo. Ker se vse več aplikacij seli na splet, sem se odločil, da ustvarim spletno aplikacijo. Težava nastane, ker je pri spletnih aplikacijah oteženo komuniciranje s strojno opremo na strani odjemalca. Zato sem našel čitalec PCR-330M. Čitalec samodejno prebere identifikacijsko številko s značke in jo zapiše v polje, v katerem je kurzor. Posamezen čitalec je mogoče poljubno konfigurirati s pomočjo priloženega konfiguratorja. Z njim določimo, v kakšni obliki želimo prejeti številko s značke, nastavimo lahko začetni in končni znak ipd. Tako sem rešil tudi težavo s postavitvijo kurzorja v pravo polje. Čitalec sem konfiguriral tako, da pred številko značke pošlje znak Izhod (angl. Escape),

aplikacija pa se na ta znak odzove tako, da opravi inicializacijo aplikacije in se postavi v pravo polje. Kot je videno na sliki 4.1, ima čitalec tudi tako imenovani vroči gumb (angl. Hotkey), na katerega lahko vežemo poljubno akcijo. Tudi nanj sem vezal pošiljanje znaka Izhod.

## 4.3 Kaj obsega sistem

Glede na podatke, ki sem jih dobil v kozmetičnem salonu, mora sistem slediti naslednjim uporabniškim zgodbam.

### **Uporabniška zgodba: prijava v sistem**

Salon se mora prijaviti v sistem, od koder lahko upravlja z aplikacijo. Prijavi se z e-naslovom in geslom, ki mu ga priskrbi skrbnik sistema.

### **Uporabniška zgodba: dodajanje nove stranke**

Receptor v salonu lahko v sistem doda novo stranko in ji dodeli kartico. O stranki se hranijo ime in priimek, telefonska številka in številka kartice.

### **Uporabniška zgodba: urejanje podatkov o stranki**

Receptor ima možnost urejanja podatkov o stranki. Lahko spreminja ime in priimek in telefonsko številko.

### **Uporabniška zgodba: pridobitev podatkov iz sistema**

Ko receptor približa kartico čitalcu, se podatki stranke izpišejo v pogled.

### **Uporabniška zgodba: nalaganje dobroimetja**

Receptor v salonu lahko stranki naloži dobroimetje na račun. Poleg zneska se vpiše tudi komentar, na primer številka računa, ki je bil ob plačilu izdan na blagajni.

**Uporabniška zgodba: koriščenje dobroimetja**

Možno je opraviti transakcijo, ki pomeni koriščenje dobroimetja, v poljubni vsoti. Na računu nikakor ne sme priti do negativnega stanja.

**Uporabniška zgodba: stornacija transakcije**

Receptor lahko zahteva stornacijo transakcije. Ob zahtevku vpiše razlog za stornacijo. Stornacijo mora potrditi administrator računa salona.

**Uporabniška zgodba: menjava izgubljene kartice**

Možno je poiskati stranko po priimku in telefonski številki. Če je prišlo do izgube kartice, se stranki lahko dodeli nova, stara pa se v sistemu označi kot neveljavna.

**Uporabniška zgodba: zgodovina transakcij**

Mogoče je pogledati zgodovino transakcij trenutne stranke in sortirati, glede na vplačilo ali koriščenje.

**Uporabniška zgodba: prijava administratorja računa v sistem**

Salon ob registraciji dobi dodatno šestmestno kodo, ki služi kot dodatna varnostna koda za prijavo administratorja, ki ima dostop do nekaterih akcij, ki jih vsakemu receptorju ni dovoljeno izvrševati.

**Uporabniška zgodba: urejanje podatkov o salonu**

Administrator lahko uredi podatke o salonu. O salonu se hranijo ime salona, ime podjetja, naslov podjetja in ID za DDV.

**Uporabniška zgodba: potrditev ali zavrnitev stornacij**

Administrator lahko potrdi ali zavrne stornacije, ki jih je zahteval receptor. Ob zahtevi stornacije se stanje na računu popravi, da se omogočijo nadaljnje transakcije. V primeru zavrnitve transakcije je stanje na računu treba popraviti.

**Uporabniška zgodba: ponastavi kartico**

Administrator lahko kartico, ki jo stranka vrne, ker je ne potrebuje več, ponastavi. Kasneje jo lahko znova uporabi.

**Uporabniška zgodba: poročila o poslovanju**

Administrator lahko izpiše poročilo o transakcijah znotraj poljubnega obdobja. Lahko izbere samo dobropise, samo koriščenja ali pa oboje.

**Uporabniška zgodba: pregled računov**

Skrbnik sistema ima možnost pregledati vse račune salonov.

**Uporabniška zgodba: dodajanje novega salona**

Skrbnik sistema ima možnost vnesti nov uporabniški račun.

## 4.4 Izvedba

Za izvedbo sistema sem uporabil programski jezik php skupaj s programskim jezikom JavaScript in knjižnico jQuery. Za shranjevanje podatkov sem uporabil podatkovno bazo MySQL. Izhajal sem iz programskega ogrodja Codeigniter, ki je napisano v programskem jeziku php in nam prihrani veliko dela. Poleg tega namesto nas vzdržuje arhitekturni vzorec model-pogled-kontroler (angl. Model-View-Controller architectural pattern). Za obliko sem si pomagal s CSS-ovim (angl. Cascading Style Sheets) ogrodjem Bootstrap, s katerim dobimo

Dobroimetje

Admin ▾ Račun ▾

Kartica

IŠČI

**Transakcija**

znesek Izvedi

1€ 2€ 3€ 4€

5€ 6€ 7€ 8€

9€ 10€ 11€ 12€

13€ 14€ 15€ 16€

**Stranka**

Uredi Naloži dobroimetje Zamenjaj kartico

Št. kartice	Ime in priimek	Telefon	Dobroimetje
9583475034	Janez Novak	...456	16.00€

**Zgodovina**

Vse Vplačila Poraba

Tip	Datum	Vrednost	Novo stanje	Komentar	Stornacija
Poraba	09.08.2014 22:43	6.00€	16.00€		Storno
Poraba	09.08.2014 22:43	3.00€	22.00€		Storno
Vplačilo	09.08.2014 22:43	25.00€	25.00€	Št. računa: 1/2014	Storno

Pokaži celotno zgodovino

Slika 4.2: Končni videz spletne aplikacije

osnovno obliko spletne aplikacije. Podpira odzivno obliko spletne aplikacije, kar pomeni, da se oblika samodejno prilagodi velikosti zaslona. Cilj je bil narediti aplikacijo, ki bi se odzivala kot namizna aplikacija. Videz končnega izdelka je na sliki 4.2.

## 4.5 Možnosti nadgradnje

Sistem je vedno možno nadgrajevati. V prihodnje bi bilo dobro narediti varnostno izboljšavo. Naredil bi namizno aplikacijo, ki bi s pomočjo tehnologije NFC na kartico shranila zakodirano kodo imetnika kartice. Sistem bi lahko dodatno preverjal, ali je kartica prava in pripada sistemu. Sistem trenutno omogoča nalaganje dobroimetja v obliki denarnih sredstev, lahko pa bi omogočal tudi druge vrste dobroimetja, kot na primer petkratni obisk solarija.

## Poglavje 5

# Sklepne ugotovitve

Skozi celotno diplomsko nalogo sem poskušal čim bolj razumljivo predstaviti tehnologiji RFID in NFC. Videli smo, da je uporaba RFID že resnično široka, saj sem zajel le res zelo majhen delček sistemov, kjer se uporablja. Ob branju literature sem naletel na ogromno število sistemov, ki imajo vsak svoje drobne malenkosti, ki ga naredijo edinstvenega. Vsekakor je tehnologija zelo aktualna in priljubljenost ji strmo narašča.

V letošnjem letu se je Fakulteta za računalništvo in informatiko preselila v novo stavbo, ki jo je že krvavo potrebovala. Tako kot se za takšen kompleks spodobi, je opremljena z vrhunsko opremo in velikimi sistemi. Eden izmed njih je tudi kontrola pristopa, ki za svoje delovanje uporablja prav sistem RFID. Uporablja se sistem HF v navezavi s sistemom UHF, ki skrbi za odpiranje garažnih vrat na večji razdalji. Imel sem to srečo, da sem ga podrobneje spoznal in videl, kako tako velik sistem RFID deluje v realnosti. Ima namreč skoraj šeststo vrat, ki jih nadzira sistem.

Tudi pri sistemu dobroimetja me je prevzela lahkotnost prepoznavanja strank s pomočjo RFID. Sistem dobroimetja pa ni edini, ki lahko uporablja tehnologijo znotraj salona. Z isto kartico lahko znotraj sistema deluje še na primer sistem darilnih bonov, sistem za beleženje obiskanosti fitnesa ipd.

Tudi tehnologija NFC me je prevzela. Nekaj mesecev nazaj sem se prvič

srečal z njo, in sicer v obliki pametne značke, ki je na telefonu odprla privzeto aplikacijo za pošiljanje e-sporočil. Stvar me je navdušila in začel sem raziskovat naprej. In del tega je tudi ta diplomska naloga. Vsekakor mi je bilo v veselje spoznavati nove tehnologije, ki mi kot študentu računalništva in informatike ne smejo biti tuje.



# Literatura

- [1] What is RFID? Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1339/>
- [2] The History of RFID Technology. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338/>
- [3] RFID: The Early Years 1980-1990. Dostopno na:  
<http://members.surfbest.net/eaglesnest/rfidhist.htm>
- [4] How RFID Works? Dostopno na:  
<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm>
- [5] EPC Information. Dostopno na:  
<http://www.epc-rfid.info/>
- [6] Mifare RFID Tags : An FAQ on ID Issues. Dostopno na:  
<http://www.corerfid.com/Files/077>
- [7] RFID Business Applications. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1334/>
- [8] The Basics of RFID Technology. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1337/>

- 
- [9] The Different Types of RFID Systems. Dostopno na:  
<http://www.impinj.com//resources/about-rfid/the-different-types-of-rfid-systems/>
- [10] Introduction to the RFID. Dostopno na:  
<http://www.centrenational-rfid.com/introduction-to-the-rfid-article-15-gb-ruid-202.html>
- [11] RFID tag characteristics. Dostopno na:  
<http://www.zebra.com/us/en/solutions/getting-started/rfid-printing-encoding/rfid-tag-characteristics.html>
- [12] RFID coupling techniques. Dostopno na:  
<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/coupling-backscatter-inductive-capacitive.php>
- [13] Logistics Gets Cheaper by the Yard. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?617/>
- [14] Air Canada GETS Asset Tracking. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?335/>
- [15] Tracking assets from Prairie to Peak. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1303/>
- [16] Perfecting Just-In-Time Production. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?530/>
- [17] RFID Consumer Applications and Benefits. Dostopno na:  
<http://www.rfidjournal.com/articles/view?1332/>
- [18] RFID Radio Frequency Identification Technology Tutorial. Dostopno na:  
<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/technology-tutorial-basics.php>

- 
- [19] Operation verified on world's smallest 0.05 mm x 0.05 mm contactless powder IC chip" One-ninth the size of previous prototype, enabling insertion in paper. Dostopno na:  
<http://www.hitachi.com/New/cnews/070213c.html>
- [20] NFC in Action. Dostopno na:  
<http://nfc-forum.org/what-is-nfc/nfc-in-action/>
- [21] What It Does? Dostopno na:  
<http://nfc-forum.org/what-is-nfc/what-it-does/>
- [22] NFC Technology. Dostopno na:  
<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/nfc/nfc-near-field-communications-technology.php>
- [23] History of Near Field Communication. Dostopno na:  
<http://www.nearfieldcommunication.org/history-nfc.html>
- [24] Google Wallet. Dostopno na:  
<http://www.google.com/wallet/>
- [25] Six sentence about RFID for library. Dostopno na:  
<http://www.libbest.com/rfid.html>
- [26] Difference Between NFC and Bluetooth. Dostopno na:  
<http://receivetipstricks.hubpages.com/hub/nfc-vs-bluetooth>
- [27] Near Field Communication versus Bluetooth. Dostopno na:  
<http://www.nearfieldcommunication.org/bluetooth.html>